



71 Anmelder:
Dr. Johannes Heidenhain GmbH, 83301 Traunreut,
DE

74 Vertreter:
Maikowski & Ninnemann, Pat.-Anw., 10707 Berlin

72 Erfinder:
Hagl, Rainer, 83352 Altenmarkt, DE; Feichtinger,
Kurt, 83349 Palling, DE

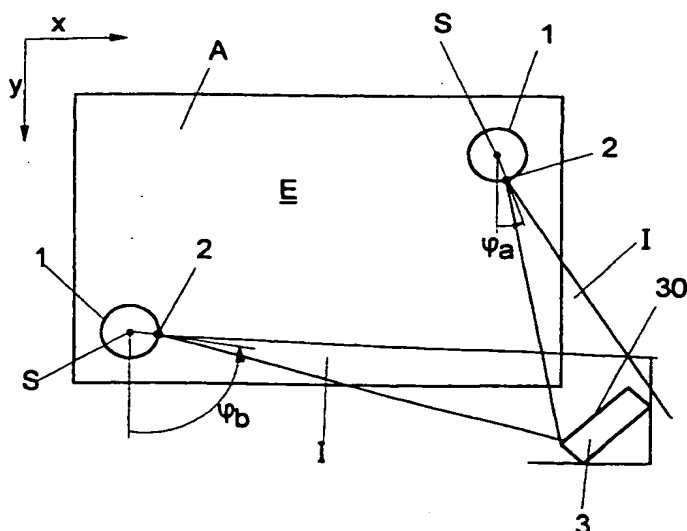
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE	199 13 580 C1
DE	41 22 896 C2
DE	34 22 103 C3
DE	200 03 960 U1
US	57 78 550 A
US	51 50 529 A
EP	05 06 318 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zum Betreiben eines Tastsystems sowie Tastsystem zur Ausführung des Verfahrens

57 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Be-
treiben eines Tastsystems mit einem Tastkopf, der ein
durch Kontakt mit einem anzutastenden Bauteil auslenk-
bares Tastelement aufweist, der zur Antastung des Bau-
teiles in einem Arbeitsraum positioniert wird und der mit-
tels mindestens eines Senders gerichtete Signale an einen
Empfänger sendet. Erfindungsgemäß ist vorgese-
hen, dass der Tastkopf (1) bei einer Änderung seiner Posi-
tion im Arbeitsraum (A) derart um mindestens eine Achse
(S) gedreht wird, dass sich der Empfänger (3) auch nach
der Positionsänderung im Empfangsbereich eines Sen-
ders (2) befindet.



[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Tastsystems nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 5 sowie ein Tastsystem zur Ausführung der genannten Verfahren nach den Oberbegriffen der Ansprüche 14 und 15.

[0002] Ein Tastsystem in Form eines Tastschalters bzw. eines schaltenden Tasters mit einem auslenkbaren Tastelement, das bei einer Auslenkung des Tastelementes aus seiner Ruheposition ein Schaltsignal abgibt, wird insbesondere zur Positionsbestimmung von Werkstücken verwendet, die in materialbearbeitenden Maschinen, beispielsweise Fräsmaschinen, gespannt sind.

[0003] Unter der Ruheposition des Tastelementes wird dabei eine Position verstanden, in der das Tastelement keinen Kontakt mit dem anzutastenden Werkstück hat. Bei einem Kontakt des Tastelementes mit dem Werkstück wird das Tastelement aus seiner Ruheposition ausgelenkt und mittels eines geeigneten Wandlers ein elektrisches Signal erzeugt, wenn die Auslenkung eine vorgegebene Tastschwelle überschreitet.

[0004] Aus der GB 2 179 744 B ist ein Tastsystem der eingangs genannten Art bekannt, bei dem am Umfang eines das Tastelement tragenden Tastkopfes eine Mehrzahl lichtemittierender Dioden angeordnet sind, die ein beim Auslenken des Tastelementes erzeugtes Schaltsignal als Sender berührungs- und kabellos zu einem außerhalb des Tastkopfes angeordneten stationären Empfänger senden. Die Anordnung einer Mehrzahl lichtemittierender Dioden entlang des Umfangs des Tastkopfes ist hierbei deshalb erforderlich, damit auch bei einer Änderung der Position des Tastkopfes in der Werkzeugmaschine gewährleistet ist, dass sich der stationäre Empfänger im Empfangsbereich eines der Sender befindet. Dadurch ist sichergestellt, dass dem stationären Empfänger ein beim Auslenken des Tastelementes erzeugtes Schaltsignal tatsächlich über die lichtemittierenden Dioden zugeführt werden kann. Der Empfänger ist wiederum mit einer Auswerteinheit verbunden, in der die empfangenen Signale ausgewertet und zur Steuerung der Werkzeugmaschine bereitgestellt werden.

[0005] Das aus der GB 2 179 744 B bekannte Tastsystem hat den Nachteil, dass aufgrund der Mehrzahl lichtemittierender Dioden, die beim Überschreiten der Schaltschwelle und der hiermit verbundenen Erzeugung eines elektrischen Signales entsprechende Lichtsignale abgeben, ein vergleichsweise großer Energiebedarf besteht. Dies führt zu einer verkürzten Lebensdauer der Batterie, über die die lichtemittierenden Dioden mit elektrischer Energie versorgt werden.

[0006] Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Tastsystems der eingangs genannten Art zu schaffen, welches bei möglichst geringem Energiebedarf gewährleistet, dass unabhängig von der Position des Tastkopfes gerichtete Signale von dem Tastkopf (kabellos) zu mindestens einem stationär angeordneten Empfänger gesandt werden können.

[0007] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Schaffung eines Verfahrens mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 5 gelöst.

[0008] Gemäß Patentanspruch 1 wird der Tastkopf bei einer Änderung seiner Position innerhalb seines Arbeitsraumes (der z. B. durch die jeweilige Werkzeugmaschine definiert ist) derart um mindestens eine Achse gedreht, dass sich der zugeordnete Empfänger auch nach einer Positionsänderung im Empfangsbereich eines Senders des Tastkopfes befindet.

[0009] Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht somit die Übermittlung gerichteter Signale eines Senders (die nur

in einem begrenzten Raumwinkel empfangbar sind) an einen stationär angeordneten Empfänger unabhängig von der Position des Tastkopfes in seinem Arbeitsraum.

[0010] Die erfindungsgemäße Lösung ist unabhängig davon anwendbar, ob dem Tastkopf ein oder mehrere stationäre Empfänger zugeordnet sind, mit denen die ausgesandten Signale empfangen werden können. In jedem Fall ist durch Drehung des Tastkopfes bei einer Veränderung seiner Position im Arbeitsraum sicherzustellen, dass der oder die Empfänger sich im Empfangsbereich der jeweils zugeordneten Sender befinden.

[0011] Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Änderung der Orientierung des Tastkopfes bei einer Änderung seiner Position im Arbeitsraum muss dem stationären Empfänger nur ein einzelner Sender am Tastkopf zugeordnet werden. Denn der Tastkopf wird bei einer Positionsänderung jeweils durch Neuorientierung (Drehung um mindestens eine Achse) derart ausgerichtet, dass der Empfänger weiterhin im Empfangsbereich des zugeordneten Senders (der typischerweise durch einen Abstrahlkegel gebildet wird) liegt. Hierdurch wird die Anzahl der erforderlichen Sender minimiert und dementsprechend der Energiebedarf reduziert. Dies führt zu einer Erhöhung der Betriebsdauer der die elektrische Energie zur Verfügung stellenden Batterie.

[0012] Die zu übermittelnden Signale sind beispielsweise ein in definierten Abständen (z. B. alle 3, 3 Millisekunden) übersandtes Bereitschaftssignal; ein Schaltsignal, wenn das Tastelement über die Schaltschwelle hinaus ausgelenkt worden ist; sowie gegebenenfalls ein Batteriewarnsignal, dass eine in Kürze erforderliche Erneuerung der Batterie anzeigt.

[0013] Die erfindungsgemäße Lösung eignet sich insbesondere zur Verwendung bei Tastsystemen, deren Tastkopf zusammen mit dem Tastelement in einem Arbeitsraum vorwiegend in einer Ebene bewegbar ist, wobei die Bewegung des Tastkopfes senkrecht zu dieser Ebene durch die Ausdehnung des Empfangsbereiches (Durchmesser des Abstrahlkegels) des Senders am Ort des jeweils zugeordneten stationären Empfängers begrenzt ist. D. h., es erfolgen nur solche Bewegungen des Tastkopfes senkrecht zu der genannten Ebene, die nicht dazu führen, dass der Empfänger ausserhalb des Empfangsbereiches des Senders gerät. In diesem Fall genügt nach jeder Positionsänderung des Tastkopfes eine Drehung des Tastkopfes um eine Achse, insbesondere mittels einer Spindel, um sicherzustellen, dass sich der jeweils zugeordnete stationäre Empfänger auch nach der Positionsänderung des Tastkopfes noch im Empfangsbereich eines Senders befindet.

[0014] Zur gezielten Nachführung bzw. Neuorientierung des Tastkopfes ist es erforderlich, dass in der hierzu verwendeten Steuereinrichtung sowohl die Koordinaten des Arbeitsraumes, in dem der Tastkopf positioniert wird, als auch die Koordinaten der zugeordneten Empfänger bekannt sind. Da die erfindungsgemäße Lösung insbesondere zur Verwendung bei Werkzeugmaschinen vorgesehen ist und dort die Maschinensteuerung zugleich auch die Positionierung sowie Orientierung des Tastkopfes übernimmt, liegen diese Informationen in der Regel ohnehin vor.

[0015] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird der Tastkopf von Anfang an, d. h. schon vor Inbetriebnahme, derart angeordnet, insbesondere derart an einer Spindel einer Werkzeugmaschine festgelegt, dass sich der oder die stationären Empfänger im Empfangsbereich des oder der Sender des Tastkopfes befinden. Wenn nun die Koordinaten einerseits des Tastkopfes und andererseits des oder der stationären Empfänger bekannt sind, so kann im Folgenden bei jeder Positionsänderung des Tastkopfes automatisch eine Neuorientierung des Tastkopfes mittels einer

Steuerung vorgenommen werden, die das Verbleiben des oder der Empfänger im Empfangsbereich des jeweils zugeordneten Senders des Tastkopfes sicherstellt.

[0016] Ist dem gegenüber die Orientierung des Tastkopfes vor Inbetriebnahme nicht bekannt, so wird wie folgt vorgegangen:

- Der Tastkopf wird an einem bekannten Punkt des Arbeitsraumes (mit vorgegebenen Koordinaten) positioniert, d. h. beispielsweise an einer entsprechend positionierbaren Spindel einer Werkzeugmaschine festgelegt.
- Anschließend wird die Orientierung des Tastkopfes, z. B. durch Drehen der Spindel, derart geändert, bis von der Steuerung erstmals der Empfang von Bereitschaftssignalen seitens des Tastkopfes durch eine Empfangseinheit registriert wird. Dies bedeutet, dass der Tastkopf nun eine solche Orientierung aufweist, dass sich der zugeordnete stationäre Empfänger gerade am äußeren Rand des Empfangsbereiches des entsprechenden Senders des Tastkopfes befindet.
- Die vorgenannte Orientierung des Tastkopfes (entsprechend einem bestimmten Drehwinkel der Spindel) wird in der Steuerung (als eine erste Winkelposition der Spindel) gespeichert.
- Anschließend wird die Änderung der Orientierung (durch weiters Drehen der Spindel entlang der selben Drehrichtung wie bisher) so lange fortgesetzt, bis die Steuerung keine Bereitschaftssignale mehr registriert. Dies bedeutet, dass sich der Empfänger nun gerade außerhalb des Empfangsbereiches des zugeordneten Senders befindet.
- Auch die letztbeschriebene Orientierung des Tastkopfes (entsprechend einem anderen Drehwinkel der Spindel) wird (als eine zweite Winkelposition der Spindel) gespeichert.
- Anschließend kann überprüft werden, ob die zuvor (als erste und zweite Winkelposition der Spindel) gespeicherten Orientierungen des Tastkopfes im Hinblick auf die bekannte Abstrahlcharakteristik des Senders plausibel sind.
- Falls die Plausibilitätsprüfung zu einem positiven Ergebnis geführt hat, wird sodann der Tastkopf derart orientiert (entsprechend einem Drehwinkel der Spindel genau zwischen der ersten und der zweiten gespeicherten Winkelposition) dass sich der entsprechende stationäre Empfänger mitten im Empfangsbereich des zugeordneten Senders des Tastkopfes befindet.
- Hieran anschließend kann nun mit der Antastung eines oder mehrerer Werkstücke begonnen werden, wobei eine Positionsänderung des Tastkopfes zum Zwecke einer Antastung dann von einer Neuorientierung des Tastkopfes (durch Drehung der Spindel) begleitet ist, wenn ohne eine solche Neuorientierung der stationäre Empfänger den Empfangsbereich des zugeordneten Senders verlässe.

[0017] Es besteht allerdings das Problem, dass die Schaltcharakteristik eines Tastelementes aufgrund von Fertigungstoleranzen niemals exakt rotationssymmetrisch ist. D. h., bei einer Auslenkung des Tastelementes in unterschiedlichen Richtungen können die Schaltschwellen des Tastsystems leicht variieren. Eine Änderung der Orientierung des Tastkopfes, wie sie erfindungsgemäß vorgesehen ist, hat aber gerade zur Folge, dass das Tastelement (je nach Orientierung des Tastkopfes beim Antasten eines Werkstücks) während unterschiedlicher Antastvorgänge an unterschiedlichen Positionen im Arbeitsraum jeweils in unterschiedlicher Rich-

tung ausgelenkt wird. Zur Behebung dieses Problems muss die Abhängigkeit der Schaltschwelle des Tastsystems von der Richtung der Auslenkung des Tastelementes, die beispielsweise durch einen Kalibrierlauf ermittelt werden kann, in der Steuerung gespeichert sein. Die Abweichungen von einer richtungsunabhängigen Schaltcharakteristik können dann kompensiert werden.

[0018] Gemäß Patentanspruch 5 ist bei einem Verfahren zum Betreiben eines Tasters mit einem Tastkopf, der eine Mehrzahl (z. B. ringförmig hintereinander) am seinem Umfang angeordneter Sender (also mindestens zwei, vorzugsweise aber mehr als zwei Sender) aufweist, die jeweils gerichtete Signale an einen Empfänger abgeben, vorgesehen, dass in Abhängigkeit von der Position des Tastkopfes im Arbeitsraum jeweils nur der mindestens eine Sender aktiviert wird, in dessen Empfangsbereich sich der Empfänger befindet. Die nicht aktivierten Sender sind jeweils abgeschaltet, so dass sie keine elektrische Energie verbrauchen.

[0019] Diese Lösung hat den Vorteil, dass bei einer Änderung der Positionen des Tastkopfes keine Neuorientierung (Drehung um eine Achse) des Tastkopfes erfolgen muss, sondern lediglich ein jeweils geeigneter Sender aktiviert werden muss. Andererseits erfordert diese Lösung aber eine Mehrzahl von Sendern, die am Umfang des Tastkopfes angeordnet sind, so dass bei jeder Position des Tastkopfes der oder die stationären Empfänger sich im Empfangsbereich zumindest eines der Sender befinden.

[0020] Auch hierdurch lassen sich der Energiebedarf des Tastsystems verringern und die Lebensdauer der Batterie entsprechend verlängern. Es ist allerdings erforderlich, dass der Tastkopf seitens einer Steuerung Signale empfangen kann, die die Aktivierung des jeweils geeigneten Senders bewirken. Diese Lösung ist daher insbesondere bei Tastsystemen mit bidirektionaler Schnittstelle zwischen dem Tastkopf einerseits und der Steuerung andererseits geeignet, bei denen also sowohl Signale von einem Sender des Tastkopfes zu einem stationären Empfänger gesandt werden können als auch umgekehrt durch eine Steuereinheit ausgelöste Signale von einen entsprechenden Empfänger am Tastkopf empfangen werden können.

[0021] Gemäß einer Variante der Erfindung erfolgt das Aktivieren eines geeigneten Senders in Abhängigkeit von der Position des Tastkopfes automatisch bei einer Bewegung des Tastkopfes im Arbeitsraum. In diesem Fall müssen sowohl die Anfangskordinaten des Tastkopfes als auch deren Änderung bei einer Bewegung des Tastkopfes und schließlich der Zusammenhang zwischen den aktuellen Koordinaten des Tastkopfes und dem jeweils zu aktivierenden Sender in der Maschinensteuerung gespeichert oder von dieser im Betrieb ermittelbar sein.

[0022] Gemäß einer anderen Variante der Erfindung werden nach einer Änderung der Position des Tastkopfes die einzelnen Sender jeweils kurzzeitig aktiviert, um zu prüfen, ob sich der entsprechende stationäre Empfänger im Empfangsbereich des jeweiligen Senders befindet. Im weiteren Messzyklus wird dann nur der Sender betrieben, der bei diesem "Durchschaltvorgang" in dem Empfänger zu der Meldung "Tastsystem bereit" geführt hat. Hierbei ist also bei jeder Änderung der Position des Tastkopfes ein erneutes Durchschalten der einzelnen Sender erforderlich. Ein wichtiger Vorteil dieser Erfindungsvariante liegt darin, dass hiermit jeweils der aktuell zu aktivierende Sender ermittelbar ist, ohne dass eine Kenntnis über die Koordinaten des Tastkopfes oder auch des zugeordneten stationären Empfängers erforderlich wäre. Der Durchschaltvorgang kann dabei entweder innerhalb des Tastkopfes selbst oder durch eine außerhalb des Tastkopfes angeordnete Steuereinrichtung (Maschinensteuerung) gesteuert werden.

[0023] Bei der Steuerung des Durchschaltvorganges durch das Tastsystem muss in der entsprechenden Steuereinrichtung ein Zeitfenster vorgesehen sein, dass nach dem Verlassen der Systembereitschaft ausreichend Zeit für ein sicheres Ermitteln des richtigen Senders erlaubt, bevor weitere Antastvorgänge erfolgen. Hierdurch wird verhindert, dass beim Durchschalten der Sender mehrere Wechsel zwischen den Zuständen "Tastsystem bereit" und "Tastsystem nicht bereit" auftreten.

[0024] Falls sich beim Durchschalten herausstellt, dass mehrere Sender die Meldung "Tastsystem bereit" herbeiführen, so kann der jeweils günstigste Sender ausgewählt werden, der beim Empfänger das stärkste Signal erzeugt.

[0025] In jedem Fall ist es vorteilhaft, wenn die Empfangsbereiche nebeneinander angeordneter Sender jeweils derart überlappen, dass sich bei jeder Arbeitsposition des Tastkopfes der oder die Empfänger im Empfangsbereich eines Senders befinden. Beim Übergang von einem Sender auf den benachbarten Sender werden dann kurzzeitig beide Sender aktiviert, so dass die Übertragung von Signalen zu dem Empfänger bzw. den Empfängern stets sichergestellt ist.

[0026] Da für einzelne Messaufgaben (z. B. zur Digitalisierung) nur ein Sender am Tastkopf erforderlich ist, für andere Messaufgaben (z. B. zur Umschlagsmessung) jedoch mindestens zwei um 180° versetzte Sender benötigt werden, ist es zur Reduzierung des Energiebedarfs vorteilhaft, wenn das Tastsystem entweder automatisch oder manuell derart umgeschaltet werden kann, dass abhängig von der jeweiligen Messaufgabe die Zahl der aktiven Sender (ein Sender oder zwei Sender) festgelegt werden kann.

[0027] Ferner ist die Minimierung der Anzahl der jeweils aktiven Sender auch im Hinblick auf das Störverhalten vorteilhaft, da hiermit die Einstreuung in andere Systeme sowie störende Reflexionen vermieden werden können.

[0028] Schaltsysteme, mit denen die erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben eines Schaltsystems durchgeführt werden können, sind durch die Merkmale der Ansprüche 14 bzw. 15 charakterisiert.

[0029] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren.

[0030] Es zeigen:

[0031] Fig. 1 einen in einem Arbeitsraum einer Werkzeugmaschine in einer Ebene positionierbaren Tastkopf, der in Abhängigkeit von seiner Arbeitsposition im Arbeitsraum derart um eine Spindelachse S drehbar ist, dass sich ein zugeordneter stationärer Empfänger stets im Empfangsbereich eines am Tastkopf vorgesehenen Senders befindet;

[0032] Fig. 2 eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels aus Fig. 1, wobei der Tastkopf an seinem Umfang eine Mehrzahl von Sendern aufweist, von denen immer nur derjenige aktiviert ist, in dessen Empfangsbereich sich der stationäre Empfänger befindet.

[0033] In Fig. 1 ist ein zweidimensionaler Arbeitsraum A einer Werkzeugmaschine dargestellt, auf deren Spindel S ein Tastkopf 1 eines Tastsystems (schaltender Taster) angeordnet ist. Ein derartiger Tastkopf 1 weist ein auslenkbares Tastelement auf und dient zum Antasten eines im Arbeitsraum angeordneten und von der Werkzeugmaschine zu bearbeitenden Werkstückes. Die konkrete Ausgestaltung derartiger Tastsysteme sowie die Durchführung des Antastvorganges sind bekannt. Dazu wird beispielhaft auf die DE 43 30 873 A1 sowie die DE 199 29 557 A1 verwiesen. Die nachfolgenden Ausführungen beschränken sich auf die erfindungsgemäßen Besonderheiten bei der Positionierung des Tastkopfes 1 innerhalb des Arbeitsraumes A, um das Tastelement mit einem anzutastenden Werkstück in Kontakt zu bringen.

[0034] Gemäß Fig. 1 ist der Tastkopf 1 hierzu im Arbeitsraum A der Werkzeugmaschine in einer Ebene E bewegbar, die durch ein rechtwinkliges Koordinatensystem xy aufgespannt ist. Der Tastkopf 1 ist auf einer Spindel S der entsprechenden Werkzeugmaschine gelagert und gemeinsam mit dieser in der Ebene E im Arbeitsraum A bewegbar.

[0035] Der Tastkopf 1 weist einen Infrarot-Sender 2 auf, mit dem regelmäßig ein Bereitschaftssignal des Tastkopfes 1 sowie ein beim Antasten eines Werkstücks auftretendes Schaltsignal berührungs- und kabellos mittels gerichteter (d. h. in einer definierten Raumrichtung abgestrahlter), einen Strahlungskegel bildender Infrarotsignale I an einen außerhalb des Arbeitsraumes angeordneten stationären Empfänger 3 übertragbar sind. Dieser Empfänger 3 umfasst eine strahlungsempfindliche Oberfläche 30, auf die die vom Sender 2 ausgesandten Infrarotsignale auftreffen müssen, damit sie dort ein auswertbares elektrisches Signal erzeugen. Dieses wird der Maschinensteuerung zur Verfügung gestellt, so dass dort jeweils die aktuellen Daten über die Bereitschaft des Tastsystems sowie über eventuelle Schaltvorgänge beim Antasten eines Werkstücks vorliegen.

[0036] Um sicherzustellen, dass sich der Empfänger 3 unabhängig von der Arbeitsposition des Tastkopfes 1 innerhalb des Arbeitsraumes A mit seiner strahlungsempfindlichen Oberfläche 30 stets im Empfangsbereich des Senders 2 befindet, wird erfindungsgemäß eine Änderung der Position des Tastkopfes 1 in der Ebene E stets von einer Drehung des Tastkopfes 1 um die Achse der Spindel S begleitet, die senkrecht zu der Ebene E verläuft. Der Winkel, um den der Tastkopf 1 gedreht wird, wird dabei mittels der Maschinensteuerung derart eingestellt, dass sich der Empfänger 3 auch nach der Positionsänderung des Tastkopfes 1 in dem Empfangsbereich des von dem Sender 2 abgestrahlten Strahlungskegels befindet. Mit anderen Worten ausgedrückt wird jede Positionsänderung des Tastkopfes 1 innerhalb der Ebene E von einer Neuorientierung des Tastkopfes 1 bezüglich der senkrecht zur Ebene E verlaufenden Achse der Spindel S begleitet, die den Empfang von Signalen des Senders 2 durch den Empfänger 3 ermöglicht.

[0037] In Fig. 1 ist der Tastkopf 1 beispielhaft in zwei unterschiedlichen Positionen innerhalb des Arbeitsraumes A dargestellt, wobei in jeder der beiden Positionen sich der Empfänger 3 im Empfangsbereich des Strahlungskegels des Senders 2 am Tastkopf 1 befindet. In der einen Position des Tastkopfes 1 befindet sich dessen Sender 2 um einen ersten Winkel ϕ_a (entgegen dem Uhrzeigersinn betrachtet) außerhalb einer Geraden, die parallel zur y-Achse und durch die Achse der Spindel S verläuft. In der anderen Position des Tastkopfes 1 ist der entsprechende Winkel ϕ_b durch eine Drehung des Tastkopfes 1 mittels der Spindel S derart angepaßt, dass trotz der Positionsänderung der Empfänger 3 weiterhin im Empfangsbereich des Senders 2 des Tastkopfes 1 liegt.

[0038] Hierdurch kann also mit nur einem einzigen Sender 2 am Tastkopf 1 erreicht werden, dass stets Signale über den Zustand des Tastsystems vom Tastkopf 1 zu einem zugeordneten stationären Empfänger 3 übertragen werden. Dies bedeutet einen entsprechend geringen Energiebedarf des Tastsystems und demgemäß eine höhere Lebensdauer der Batterie.

[0039] In Fig. 2 ist eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels aus Fig. 1 dargestellt, mit einem Tastkopf 1 an dessen Umfang eine Mehrzahl von Sendern 2' in einer Ebene E hintereinander angeordnet sind. Vorliegend handelt es sich dabei um insgesamt acht Sender 2'. Die Anzahl der Sender 2' und damit auch der Abstand zwischen den (vorliegend äquidistant angeordneten) Sendern 2' ist dabei so gewählt, dass bei jeder Position des Tastkopfes 1 innerhalb des Arbeitsraumes

mes A der Empfänger 3 stets im Empfangsbereich mindestens eines der Sender 2' liegt. Dies wird auch dadurch sichergestellt, dass die Strahlungskegel benachbarter Sender 2' jeweils überlappen.

[0040] Nach einer Veränderung der Position des Tastkopfes 1 im Arbeitsraum A wird jeweils derjenige Sender 2' aktiviert, in dessen Empfangsbereich der Empfänger 3 mit seiner strahlungsempfindlichen Oberfläche 30 liegt. Eine Drehung des Tastkopfes 1 um seine Spindelachse ist hierbei nicht erforderlich.

[0041] Die Aktivierung des jeweiligen Senders kann einerseits automatisch erfolgen (wenn alle hierfür relevanten Daten in der Maschinensteuerung gespeichert sind und zudem auch die Übertragung von Signalen von der Maschinensteuerung zum Tastkopf 1 möglich ist, z. B. mittels einer bidirektionalen Schnittstelle) oder durch das oben erläuterte probeweise Durchschalten der einzelnen Sender 2', wobei schließlich derjenige Sender aktiviert wird, der den besten Empfang seitens des Empfängers 3 gewährleistet.

[0042] Bei dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind Sender 2' entlang des gesamten Umfangs des Tastkopfes 1 in der Ebene E vorgesehen, in der der Tastkopf 1 bewegbar ist. Hierdurch könnten gegebenenfalls mehrere stationäre Empfänger an unterschiedlichen Orten außerhalb des Arbeitsraumes A mit Signalen versorgt werden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel mit nur einem Empfänger 3 wäre demgegenüber nur ein Teil dieser Sender 2' erforderlich, um für jede Position des Tastkopfes 1 im Arbeitsraum A den Empfang sicherzustellen.

[0043] Anhand der beiden in Fig. 2 beispielhaft dargestellten Arbeitspositionen des Tastkopfes 1 wird deutlich, dass beim Übergang von der einen in die andere Tastposition ein Umschalten der Aktivierung von einem Sender 2' zu einem anderen Sender 2' erforderlich ist. Der jeweils aktivierte Sender ist dabei in Fig. 2 durch einen Pfeil markiert.

[0044] Auch bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel wird also eine deutliche Reduzierung des Energiebedarfs und damit eine verlängerte Lebensdauer der Batterie erreicht, wobei dies hier auf der Aktivierung jeweils nur eines der Sender 2' beruht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Tastsystems mit einem Tastkopf, der ein durch Kontakt mit einem anzutastenden Bauteil auslenkbares Tastelement aufweist, der zur Antastung des Bauteiles in einem Arbeitsraum positioniert wird und der mittels mindestens eines Senders gerichtete Signale an einen Empfänger sendet, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Tastkopf (1) bei einer Änderung seiner Position im Arbeitsraum (A) derart um mindestens eine Achse gedreht wird, dass sich der Empfänger (3) auch nach der Positionsänderung im Empfangsbereich eines Senders (2) befindet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Tastkopf (1) mittels einer Spindel (S) gedreht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Tastkopf (1) vor der Antastung eines Bauteiles bezüglich des Empfängers (3) durch Drehung um die Achse so ausgerichtet wird, dass sich der Empfänger (3) im Empfangsbereich des Senders (2) befindet.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Abweichungen von einer rotationssymmetrischen Schaltcharakteristik des Tastsystems bezogen auf die Drehachse bei der Auswertung der von dem Sender (2) ausgesandten Signale

berücksichtigt werden.

5. Verfahren zum Betreiben eines Tastsystems mit einem Tastkopf, der ein durch Kontakt mit einem anzutastenden Bauteil auslenkbares Tastelement aufweist, der zur Antastung des Bauteiles in einem Arbeitsraum positioniert wird und der mehrere Sender aufweist, die jeweils gerichtete Signale an einen Empfänger senden können, wobei sich der Empfänger in jeder Position des Tastkopfes im Empfangsbereich eines der Sender befindet, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von der Position des Tastkopfes (1) jeweils nur der Sender (2') aktiviert wird, in dessen Empfangsbereich sich der Empfänger (3) befindet.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Aktivieren des Senders (2') automatisch in Abhängigkeit von der Position des Tastkopfes (1) erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Änderung der Position des Tastkopfes (1) die einzelnen Sender (2') jeweils kurzzeitig aktiviert werden, um zu prüfen, ob sich der Empfänger (3) im Empfangsbereich des jeweiligen Senders (2') befindet, und dass für eine nachfolgende Antastung derjenige Sender (2') aktiviert wird, in dessen Empfangsbereich sich der Empfänger (3) befindet.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsbereiche einzelner Sender (2') derart überlappen, dass sich der Empfänger (3) bei jeder Position des Tastkopfes (1) stets im Empfangsbereich mindestens eines Senders (2') befindet.

9. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Sender (2, 2') und der Empfänger (3) Bestandteile einer unidirektionalen oder einer bidirektionalen Schnittstelle zwischen dem Tastkopf (1) und einer zugeordneten Steuereinrichtung sind.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Tastkopf (1) durch die Steuerung einer Werkzeugmaschine gesteuert wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehung des Tastkopfes um eine einzelne Achse erfolgt.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Antastung eines Bauteiles genau ein Sender (2, 2') aktiviert ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Antastung eines Bauteiles zwei Sender aktiviert sind, die vorzugsweise bezüglich der Drehachse um 180° voneinander beabstandet sind.

14. Tastsystem mit einem Tastkopf, der ein durch Kontakt mit einem anzutastenden Bauteil auslenkbares Tastelement aufweist, der zur Antastung des Bauteiles in einem Arbeitsraum positionierbar ist und der mindestens einen Sender zum Senden gerichteter Signale an einen Empfänger aufweist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (s) vorgesehen sind, um den Tastkopf (1) bei einer Änderung seiner Position im Arbeitsraum (A) derart um mindestens eine Achse zu drehen, dass sich der Empfänger (3) auch nach der Positionsänderung im Empfangsbereich eines Senders (2) befindet.

15. Tastsystem mit einem Tastkopf, der ein durch Kontakt mit einem anzutastenden Bauteil auslenkbares Tastelement aufweist, der zur Antastung des Bauteiles

in einem Arbeitsraum positionierbar ist und der eine Mehrzahl von Sendern zum Senden gerichteter Signale an einen Empfänger aufweist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel vorgesehen sind, um in Abhängigkeit von der Position des Messkopfes (1) im Arbeitsraum (A) jeweils nur den Sender (2') zu aktivieren, in dessen Empfangsbereich sich der Empfänger (3) befindet.

10

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

